

## A energia do hidrogênio na escola: produzindo o gás por eletrólise da água e medindo a energia elétrica utilizada

Luiz Eduardo Schardong Spalding, Clóvia Marozzin Mistura e Necleto Pansera Junior

Universidade de Passo Fundo, spalding@upf.br

### Resumo

Esta proposta de produto educacional está inserida na linha de pesquisa: tecnologias de informação, comunicação e interação aplicadas ao ensino de Ciências do programa de mestrado em ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo. A atual proposta é baseada em uma atividade experimental já utilizada em sala de aula e recebe agora uma melhoria para medir a produção de gás hidrogênio, mostrando a energia elétrica utilizada em função do tempo de eletrólise da água. Com a utilização de circuitos eletrônicos e do microprocessador da plataforma Arduino, foi possível medir a energia elétrica necessária para produzir o gás.

*Palavras Chave:* ENSINO DE CIÊNCIAS, HIDROGÊNIO, ATIVIDADE EXPERIMENTAL, ARDUINO.

### Introdução

A escolha de assuntos importantes para serem apresentados aos estudantes da Educação Básica e técnico é uma tarefa complexa para os profissionais da educação. Quando um conhecimento se torna importante para a sociedade, é necessário avaliar se deve ser levado à escola e como deve ser abordado, considerando sempre a faixa etária dos estudantes. Este é caso do assunto Hidrogênio. Ele está presente nas disciplinas da área de Química e algumas vezes é lembrado na área de Física, em função do assunto energia elétrica. Sem substituição de outras formas já tradicionais de tratar o assunto (Atkins, 2006), o programa de mestrado em ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo está pesquisando formas adicionais de abordar o assunto.

Neste texto, apresenta-se uma atividade experimental que utiliza equipamentos fabricados pelos estudantes do Curso de Licenciatura em Química para produzir a eletrólise da água e equipamentos adaptados pelos acadêmicos do curso de Licenciatura em Física. O propósito da modificação da atividade experimental, que anteriormente não utilizava microprocessadores, é atingir outro grupo de estudantes que possivelmente terá, num futuro próximo, que atender uma demanda de automação de plantas

industriais de produção de hidrogênio (Gomes Neto, 2005).

Com esta abordagem, a atividade experimental, que antes compreendia o ensino de Física e Química, inclui assuntos dos cursos técnicos de eletrônica e computação.

### Material e Métodos

No trabalho anterior, apresentado na II Mostra Gaúcha de Validação de Produtos Educacionais da UPF (2016), foi apresentado um aparato experimental alternativo para realizar a eletrólise da água com materiais de fácil acesso aos professores e estudantes do ensino médio. A proposta foi proporcionar que o experimento de eletrólise pudesse ser realizado em um período de aula de 45 minutos. Além disto, era importante transformar o experimento em uma atividade interdisciplinar, incluindo-se naquele momento as disciplinas de Física (eletricidade) e Química do ensino médio. Esta publicação estará disponível em julho de 2017 em [www.upf.br/ppgecm](http://www.upf.br/ppgecm). Das discussões do evento em questão, surgiu a ideia de incluir a construção de gráficos e fazer a automação das medidas, utilizando a plataforma de prototipação rápida Arduino. Com isto, as disciplinas de Matemática do ensino médio, eletrônica e programação de microcontroladores dos cursos técnicos também participam da interdisciplinaridade. Os materiais utilizados

naquele momento foram modificados e uma nova bancada de testes foi construída como apresentado nas Figuras 1, 2 e 3.

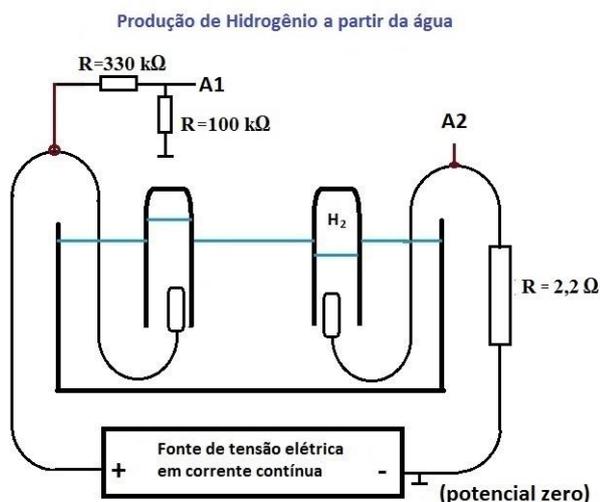


Figura 1: Esquema de montagem do experimento da eletrólise com Arduino.

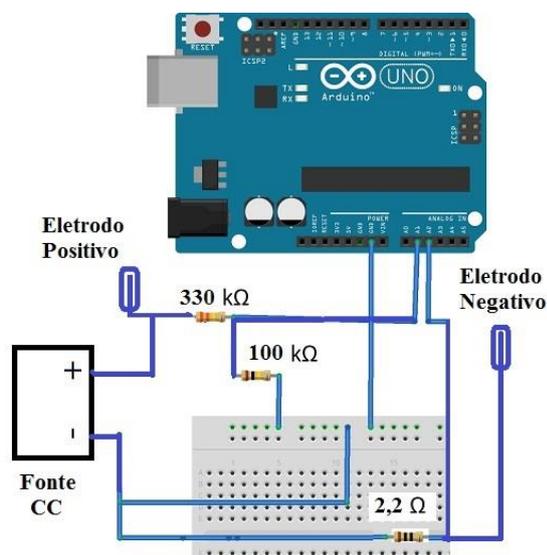


Figura 2: Esquema de montagem do experimento da eletrólise, com Arduino, utilizando o *software* Fritzing.

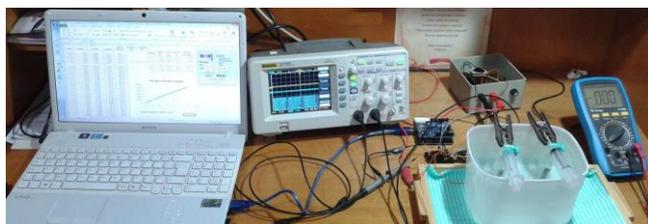


Figura 3: Bancada de testes e calibração.

As modificações na proposta de 2016 foram feitas para que o Arduino fizesse a leitura de duas tensões, uma no terminal positivo do medidor de tensão e outra no negativo, pontos A1 e A2 da Figura 1. Desta forma, os dois

multímetros são retirados e substituídos pelo Arduino. O medidor de corrente foi substituído por um resistor de  $2,2 \Omega$ . Para medir A1, foi necessário colocar divisores de tensão, pois a tensão máxima de entrada na porta analógica do Arduino é de 5,0 Volts e a tensão de pico envolvida no experimento é de até 15 volts.

As quatro seringas de 10 mL que aparecem na Figura 3 foram posicionadas com suas torneiras (de equipo de soro hospitalar) para receberem os gases e medirem os volumes produzidos. A diluição de sal de cozinha ( $\text{NaCl}_{(s)}$ ) em água foi na proporção 40 g/1,5 L.

## Resultados

A fonte de alimentação utilizada proporciona um corrente de até 1,0 A e sua tensão de circuito aberto é cerca de 14 V. Sua resistência interna é aproximadamente 9,0 Ohms. No experimento, após uma calibração que resultou em um erro total de aproximadamente 10% do valor medido, obtiveram-se os resultados da Tabela 1, onde, para simplificar, apresentam-se apenas os três primeiros e os três últimos dados.

Tabela 1: Medidas de tensão sobre os eletrodos e corrente sobre a solução salina, resultando na energia fornecida naquele minuto e a soma da energia utilizada na eletrólise da água.

Minutos	Tensão (V)	Corrente (A)	Energia (J)	Energia utilizada (J)
1	9,96	0,290	171	171
2	9,85	0,320	187	358
3	9,94	0,290	174	532
...	...	...	...	...
27	8,29	0,460	229	5.062
28	10,0	0,330	198	5.260
29	10,0	0,320	191	5.451

Durante os minutos 3 e 4, a seringa de 10 mL ficou preenchida de gás Hidrogênio e interrompeu-se a medição do volume. No experimento de 2016, obtiveram-se 11 mL de gás utilizando cerca de 670 Joules. Estes novos resultados em 2017 estão próximos do primeiro.

Uma forma possível de evidenciar o decorrer do experimento é construir o gráfico da Figura 4. No eixo vertical plota-se a energia elétrica utilizada para realizar a eletrólise da água no decorrer do tempo do experimento, em minutos, alinhado no eixo horizontal.



Figura 4: Energia elétrica utilizada na eletrólise da água. No minuto 6, ocorreu um erro na transmissão da medida do Arduino para a planilha eletrônica, por esta razão o valor está faltando.

Utilizou-se a transferência de dados do Arduino utilizando um recurso de planilha eletrônica, que pode ser encontrado no site da empresa Parallax (Software PLX-DAQ, 2016).

## Discussão

Sobre a tecnologia eletrônica utilizada: A utilização do Arduino como plataforma de *hardware* e *firmware* foi uma opção que levou em consideração o preço, a facilidade de obtenção e a presença frequente desta plataforma no ensino médio e técnico. A interface do Arduino com o Excel®, da Microsoft, por uso de macros como o PLX-DAQ, também poderá ter um substituto. Sua utilização com o Windows® 10 é um problema com propostas de solução apresentadas nas pesquisas do professor de Física Guilherme Dionísio (Dionísio, 2017).

Sobre o ensino da energia do gás hidrogênio: Uma das preocupações de quem pesquisa sobre ensino de ciências é decidir o que deve-se ensinar e como abordar um assunto, seja ele novo ou já consagrado. Uma das preocupações atuais com a educação científica dos jovens refere-se aos vídeos com informações errôneas que estão disponíveis na internet. Muitos vídeos tem interesse comercial, para que se compre um equipamento para utilizar no carro para este ser movido a água. Neste caso, há vários vídeos demonstrando o uso de alternador e a bateria do carro. Neste caso específico, precisa-se encontrar uma forma de discussão, em sala de aula, mais eficientes na informação e conhecimento científico. Esta proposta de experimento busca iniciar esta discussão.

Sobre a matemática envolvida: Pretende-se melhorar as medições, realizando médias no

próprio *firmware*, trabalhando os conceitos de valores eficazes de tensão e corrente elétrica para tornar possível utilizar qualquer outra fonte de alimentação em que a tensão é contínua, mas não necessariamente constante no tempo.

## Conclusão

Há muito que discutir sobre o que e como ensinar sobre a energia do hidrogênio. Nesta etapa da pesquisa, propõe-se o conhecimento sobre a energia elétrica consumida para produzir H<sub>2(g)</sub> por eletrólise da água. Na sequência, o grupo de pesquisa buscará alternativas para discutir sobre a energia elétrica que o H<sub>2(g)</sub> pode produzir, armazenar e transportar. No decorrer dos estudos, acadêmicos do curso de mestrado em ensino de ciências irão propor trabalhos nesta área e aplicá-los em sala de aula, obtendo-se mais resultados.

## Referências

- Atkins, P, Jones, L. Princípios de química. Porto Alegre: Ed. Bookman, 2006.
- Dionísio G. e Spalding L.E.S. Visualização da forma de onda e conteúdo harmônico da corrente elétrica alternada em eletrodomésticos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 39, n° 1, 2017.
- Gomes Neto, E. G. Hidrogênio – Evoluir sem poluir: a era do hidrogênio, das energias renováveis. Brasil H2, 2005.
- Software PLX-DAQ. Disponível em <[www.parallax.com/downloads/plx-daq](http://www.parallax.com/downloads/plx-daq)>. Acesso em 14/03/2016.